

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ И ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ИЗДЕЛИЙ В ОПЫТНЫХ ЕДИНИЧНЫХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ (НА ПРИМЕРЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ТРУБНЫХ ИСПЫТАНИЙ)

Ю.С. Балашова, В.Д. Вермель, О.Б. Мамонтов, И.Ю. Овсянников,
А.М. Подлеснов, А.В. Шиняев (ФГУП «ЦАГИ»)

Рассмотрена автоматизация управления конструированием и изготовлением в условиях специализированного единичного опытного производства аэродинамических моделей летательных аппаратов (ЛА). Для этого разработана интегрированная информационная среда, охватывающая все существенные составляющие выполняемых работ, их технического и организационного обеспечения в условиях высокой изменчивости технических заданий на определенные изделия, при ограничениях во временных, технических и трудовых ресурсах.

Ключевые слова: опытное производство, технологическая подготовка производства, автоматизация управления производством, комплексная информационная система.

В современных условиях развития авиастроения в РФ существенно интенсифицируются разработки новых летательных аппаратов (ЛА) различного назначения. Необходимым этапом в обеспечении их аэродинамического совершенства является экспериментальная отработка в трубных испытаниях на аэродинамических моделях. Важнейшим условием ее проведения является изготовление в отведенные сроки аэродинамических моделей, обеспечивающих адекватное моделирование условий полета разрабатываемых ЛА. Определяющим требованием к модельному производству становится всемерное сокращение сроков разработки и затрат на изготовление моделей при обеспечении заданного уровня качества в условиях ограниченных ресурсов модельного производства. Данные задачи становятся центральными при автоматизации.

Особенности проектирования и изготовления аэродинамических моделей ЛА

Существенная специфика модельного производства, наряду с единичным характером продукции, состоит в высокой изменчивости технических заданий (ТЗ) на модели. Корректировка ТЗ осуществляется во время разработки и изготовления моделей. Она определяется необходимостью изготовления их преобладающего объема непосредственно в процессе проектирования ЛА и связана с уточнением актуальных задач экспериментальных исследований по результатам выполняемых расчетов и обработки проводимых экспериментов. Производство моделей отличает существенное многообразие применяемых специальных технологических процессов, большие объемы универсальных технологических операций и ручного труда. Наряду с ними центральным технологическим процессом является обработка на оборудовании с ЧПУ. Наиболее трудоемкой составляющей производственного процесса является технологическая подготовка производства (ТПП), причем ее проведение осуществляется для каждого нового изделия и может составлять до 30...40% временных затрат [1]. Внедрение современного высокопроизводительного оборудования и технологий скоростного резания металлических материалов и разработка управляющих программ (УП) для оборудования с ЧПУ, направленная на повышение производительности обработки [2, 3, 4], существенно сокращают (в 1,5...3 раза и более) время изготовления деталей и соответствующую трудоемкость ТПП.

Оценка возможного сокращения временных затрат на проведение ТПП показала, что известные промышленные системы управления ориентированы на серийное производство и не могут быть эффективно использованы при производстве единичных перспективных моделей [5]. Именно на решение данных задач ориентируется рассматриваемая разработка специализированной для единичных и опытных производств цифровой системы управления. Наряду с решением управленческих задач она должна обеспечивать работу с информацией, генерируемой во всех известных CAD/CAM системах, управление разработкой необходимой технологической оснастки, производственных технологий и программирования обработки на оборудовании с ЧПУ, а также интеграцию с промышленными и специализированными системами управления предприятий и корпораций как отечественными, так и зарубежными. На ее основе возможно создание специализированной импортозамещающей цифровой системы управления для единичных и опытных производств.

Специализированные программные и аппаратные средства обеспечения конструкторско-технологической подготовки производства и изготовления аэродинамических моделей

Проектирование и изготовление аэродинамических моделей обеспечивается целым рядом программных компонентов. При разработке конструкций и ТПП используется:

- CAD — система автоматизированного проектирования (САПР) высокого уровня;
- CAE — система инженерных расчетов, анализа и симуляции физических процессов;
- CAM — технологическая САПР для разработки управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ;
- CAPP — САПР технологических процессов;
- PS — система симуляции, верификации и оптимизации УП для любых типов станков с ЧПУ;
- PDM — система управления данными об изделии;
- CAI — система программирования обработки измерений;
- НСИ — корпоративные справочники, составляющие нормативно-справочную информацию.

Программные компоненты, обеспечивающие производство моделей, представляют собой комплекс специализированных разработанных служебных подсистем на технологи-

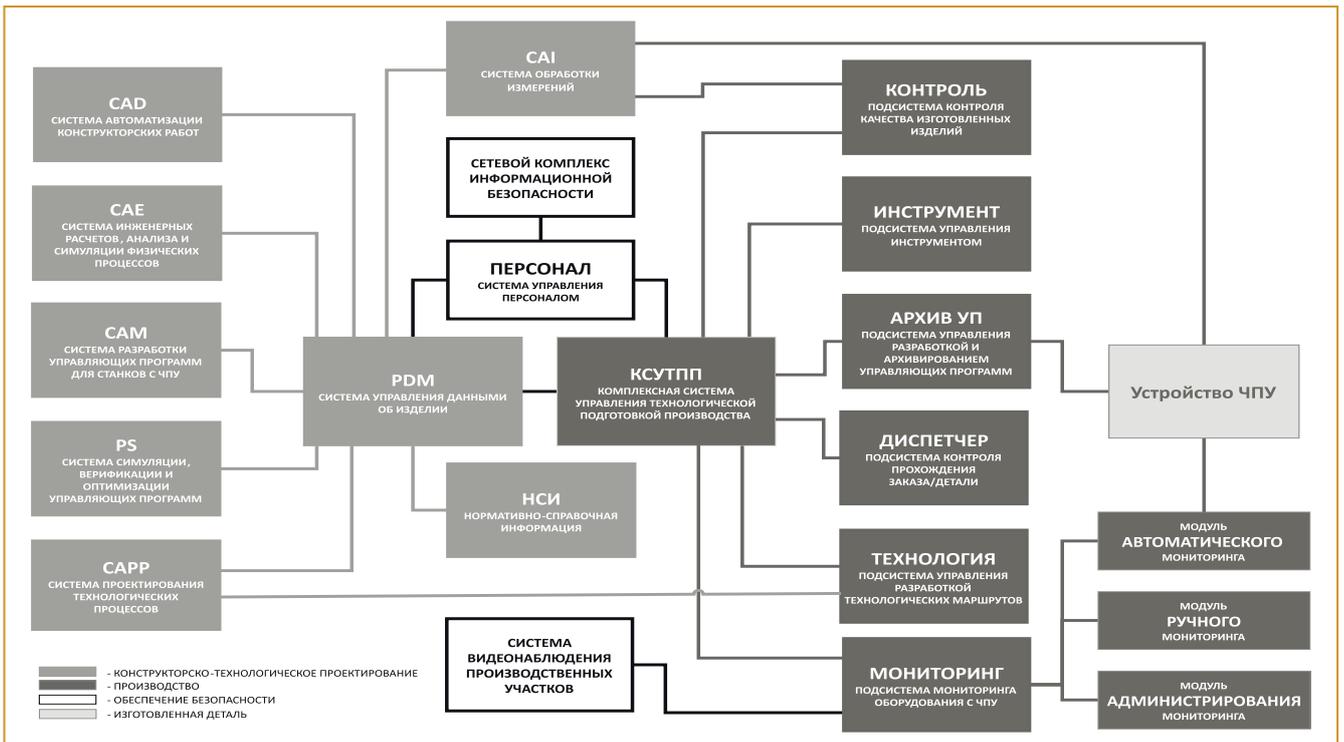


Рис. 1. Общая структура программного обеспечения разработки и производства аэродинамических моделей

ческой платформе 1С: Предприятие (Инструмент, Архив УП, Мониторинг, Диспетчер, Контроль, Технология) (рис. 1).

Служебные подсистемы обеспечивают: архивирование данных в процессе проектирования и производства; управление инструментом (учет, наличие, размещение, текущие потребности, резервирование, формирование заявок на закупку); управление разработкой УП для оборудования с ЧПУ (формирование состава УП для определенных деталей, контроль процесса разработки с фиксацией смены статусов УП — workflow, архивирование УП и результатов их контроля в цеховых архивах, передача УП на специализированные терминалы операторов для последующей загрузки на устройство ЧПУ технологического оборудования, управление разработкой технологических маршрутов и сводных ведомостей по трудозатратам и материалам, мониторинга оборудования с ЧПУ (непрерывный контроль производственных данных о загрузке оборудования цехов и участков в автоматическом, ручном и режиме администратора); контроль прохождения заказа/детали в произ-

водстве (создание технологического маршрута, диспетчирование прохождения изделия/заказа по технологическому маршруту); контроль качества изготовленных изделий (регистрация отклонений и учет изменений) (рис. 2).

Модуль автоматического мониторинга оборудования обеспечивает сбор данных с устройства ЧПУ с помощью специализированной системной службы, разработанной специалистами ЦАГИ. Он позволяет получать данные об общей загрузке станков, включая информацию о состоянии станка в течение дня (выключен, работа, наладка, неисправность). Компонент чтения и обработки данных с устройства ЧПУ, выполненный в виде службы операционной системы, отвечает за получение информации из журнала событий станка, проведение анализа действий станка и сохранение в базе данных автоматического мониторинга полученной информации о загрузке оборудования.

Для решения задачи повышения объективности информации за счет ее детализации в рамках подсистемы мониторинга реализована функциональность ручного мониторинга оборудования. Регистрация действий оператора при вы-

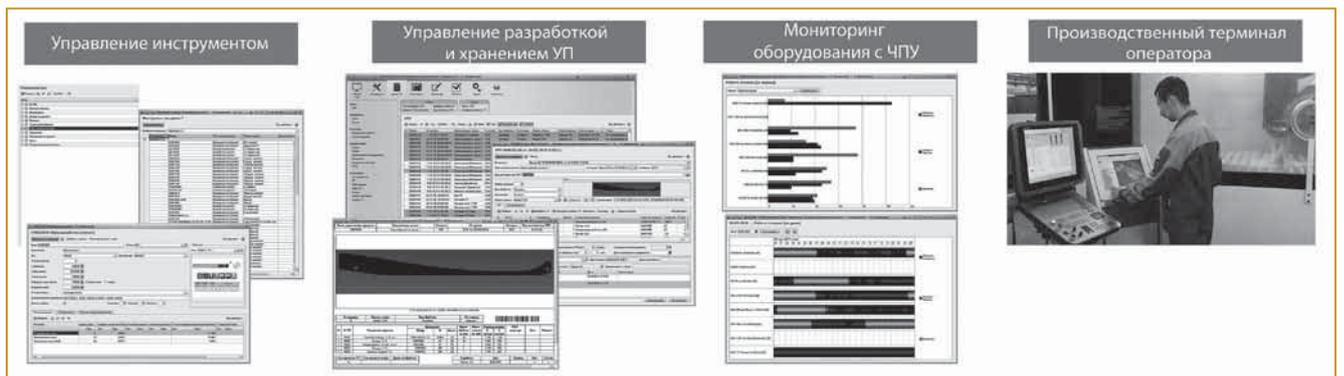


Рис. 2. Разработанные подсистемы на базе технологической платформы 1С: Предприятие

полнении производственных заданий осуществляется через многофункциональный пользовательский интерфейс дополнительного производственного терминала, обеспечивающего информационную поддержку оператора, выгрузку УП на устройство ЧПУ и контроль выполнения производственного задания (реализован в двух исполнениях: информационная стойка с сенсорным дисплеем и типовой офисный ПК с дисплеем, клавиатурой и манипулятором типа «мышь»).

Модуль администрирования позволяет осуществлять управление составом станков, участвующих в мониторинге, а также контролировать актуальность параметров станков, введенных в систему.

Подсистема управления персоналом (Персонал на схеме) является обслуживающим программным модулем, предоставляющим оперативные данные по всем соответствующим изменениям для обеспечения безопасности и актуальности данных учетных записей пользователей системы. Во взаимодействии с сетевым комплексом обеспечения информационной безопасности система управления персоналом формирует безопасную информационную инфраструктуру структуры «проектирование-производство». Система видеонаблюдения производственных участков, обеспечивает визуальный контроль производственных помещений.

Результаты внедрения системы управления проектированием и изготовлением аэродинамических моделей

Разработка и результаты, полученные при апробации пилотного проекта системы управления проектированием и изготовлением аэродинамических моделей ЛА, позволили провести его внедрение в модельное производство ФГУП «ЦАГИ». При разработке была выполнена существенная модернизация и обновление имеющихся программно-технических средств проектирования и конструирования аэродинамических моделей, разработки УП для станков с ЧПУ; обновлено программное обеспечение обработки измерений и управления проектно-конструкторскими работами; существенно повышены параметры обслуживающей сетевой инфраструктуры, в том числе физические объемы размещения информации при существенном повышении надежности ее сохранения; проведены модернизация и обновление парка оборудования с ЧПУ.

В основу разработки пилотного проекта были положены программно-технические средства автоматизации проектно-конструкторских и технологических работ, а также технологическое оборудование, внедренные в период с 2009–2014 гг. В 2015 г. выполнено их обновление и расширение, а также проведена апробация комплекса программного обеспечения при разработке и изготовлении целого ряда аэродинамических моделей.

Функциональное развитие системы управления проектированием и производством единичных изделий повыси-

ло уровень интеграции используемых при проектировании и изготовлении аэродинамических моделей средств автоматизации, безопасность и отказоустойчивость, включая введение оперативного контроля производственных участков [6].

Заключение

В результате внедрения пилотного проекта интегрированной системы подготовка УП технологами-программистами ускорилась в 1,5 раза за счет подбора инструмента, находящегося в наличии в инструментально раздаточной кладовой цеха, и при необходимости формирования заявки на приобретение по требуемым геометрическим и технологическим параметрам. В 2 раза сократились сроки подготовки заявок на приобретение инструмента, улучшилось взаимодействие между инструментальной раздаточной кладовой, участком станков с ЧПУ и технологическим отделом, сократилось в 1,5 раза подготовительно-заключительное время и, как следствие, затраты на обработку и внедрение УП.

Удалось в 1,5 раза снизить затраты на ТПП, обеспечить всех участников процесса подготовки производства актуальной, оперативной информацией.

На этапе внедрения пилотного проекта удалось привести сроки ТПП в соответствие с возросшей производительностью нового технологического оборудования.

По предварительным оценкам, развитие интегрированного автоматизированного информационного обеспечения в целом должно повысить эффективность опытного производства аэродинамических моделей не менее чем на 30...40% при сокращении в целом сроков изготовления за счет распараллеливания проводимых проектных и производственных работ.

Список литературы

1. Балашова Ю.С., Мамонтов О.Б., Овсянников И.Ю., Подлеснов А.М. Интегрированное автоматизированное информационное обеспечение технологической подготовки производства аэродинамических моделей самолетов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16 № 1(5). С. 1299-1303.
2. Bolsunovsky S., Vermel V., Gubanov G. Cutting forces calculation and experimental measurement for 5-axis ball end milling // Procedia CIRP. 2013. № 8. С. 235-239.
3. Bolsunovsky S., Vermel V., Gubanov G., Leontiev A. Reduction of flexible workpiece vibrations with dynamic support realized as turned mass damper // Procedia CIRP. 2013. № 8. С. 230-234.
4. Bolsunovsky S., Vermel V., Gubanov G., Kacharava I., Kudryashov A. Thin-walled part machining process optimization based on finite-element modeling of workpiece vibration // Procedia CIRP. 2013. № 8. С. 276-280.
5. Гушин О. Новые решения для комплексной автоматизации деятельности государственных предприятий в системе Lotsia PDM Plus / О. Гушин // САПР и графика. 2007. № 4. С. 64-71.
6. Воронков А.В., Мамонтов О.Б., Мешкова Е.В., Овсянников И.Ю., Подлеснов А.М. Функциональное развитие системы планирования и управления разработкой и производством аэродинамических моделей // Тр. XXVIII научно-технической конф. по аэродинамике. ЦАГИ. 2017. С. 84.

*Балашова Юлия Сергеевна — инженер 2 категории НТЦ НПК ФГУП «ЦАГИ»,
Вермель Владимир Дмитриевич — д-р техн. наук, начальник НТЦ НПК ФГУП «ЦАГИ»,*

Мамонтов Олег Борисович — младший научный НТЦ НПК ФГУП «ЦАГИ»,

Овсянников Иван Юрьевич — начальник сектора НТЦ НПК ФГУП «ЦАГИ»,

Подлеснов Александр Михайлович — научный сотрудник НТЦ НПК ФГУП «ЦАГИ».

Шиняев Андрей Владимирович — начальник опытного производства института ФГУП «ЦАГИ».

Контактный телефон +7 (495) 777-43-62.

E-mail: npk@tsagi.ru